

Öffentlichen Anhörung von Sachverständigen durch den Ausschuss für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit am Deutschen Bundestages am 30. Januar 2019.

H. Greim

Gesundheitliche Relevanz von Überschreitungen des Grenzwertes für Stickstoffdioxid für die Dauerbelastung von 40 µg/m³.

Die von der WHO empfohlenen Grenzwerte betragen bekanntlich 200 µg/m³ für die Kurzzeitbelastung und 40 µg/m³ für die kontinuierliche Belastung. Weitere Absenkungen wie sie die WHO offenbar diskutiert, sind jedoch aus toxikologischer Sicht nicht begründbar, genauso wenig wie die Annahme, dass die bisher in den Städten festgestellten Überschreitungen des Wertes von 40 µg/m³ zu Gesundheitsschäden führen.

NO₂ ist ein Reizgas und nach allgemein akzeptierter wissenschaftlicher Erkenntnis unterhalb einer bestimmten Konzentration, die bei 2.000- 3.000 µg/m³ liegt, ohne Wirkung. Dieser Wert wurde kürzlich durch eine Langzeitinhalationsstudie über 2 Jahre an Ratten, die vom Health Effect Institute, Boston (HEI 2015) in Zusammenarbeit mit der US-amerikanischen Umweltbehörde EPA durchgeführt wurde, erneut bestätigt. Untersucht wurden die Abgase eines Dieselmotors mit Partikelfilter, die neben relativ geringen Partikelkonzentrationen u.a. NO₂ enthielten. Wirkungen, die auf Partikel zurückzuführen sind, waren nicht nachweisbar. Einziger Effekt bestand in leichten Reizwirkungen in der Lunge, die bei einer NO₂-Konzentration von etwa 8.000 µg/m³ auftraten, während 1.600 µg/m³ keine Wirkung zeigten. Eine kürzlich durchgeführte Studie an 25 Probanden, die 3 Std. gegenüber 0, 0,1 0,5 und 1,5 ppm (ca. 200, 1000 und 3000 µg/m³) NO₂ exponiert waren, hatten keine signifikanten Wirkungen auf die Lungenfunktion sowie keine biochemischen und zellulären Veränderungen in der Lunge (Brandt et al 2016).

Dementsprechend beträgt der in Deutschland gültige Grenzwert für Arbeitsplätze 950 µg/m³, der aus den Ergebnissen von Tierversuchen, Untersuchungen an Exponierten und der sonst vorhandenen Information abgeleitet und gut begründet worden ist. In Österreich, der Europäischen Union und den USA gelten ähnliche Werte. In der Schweiz ist der Grenzwert doppelt so hoch. Arbeitsplatzgrenzwerte gelten natürlich nur für gesunde Erwachsene. Damit ist zumindest auszuschließen, dass ein gesunder Erwachsener, der sich für kurze Zeit im Bereich einer Straße mit Werten über 40 µg/m³ aufhält, gesundheitliche Schäden davonträgt.

Für die Außenluft hat die sehr kritische US-amerikanische Umweltbehörde EPA nach erneuter Überprüfung aller vorhandenen epidemiologischen und toxikologischen Untersuchungen in einer Mitteilung vom 6. April 2018 den in den USA geltenden Jahresmittelwert von 100 µg/m³ ausdrücklich bestätigt. Dabei wird betont, dass dieser Wert, der immerhin 2,5fach höher ist als der in Europa geltende Wert, auch empfindliche Personen wie ältere Erwachsene, Kinder und Personen mit Asthma vor gesundheitlichen Beeinträchtigungen schützt. Dies stützt sich auf folgende Aussage,

die auf die Unsicherheiten bei Belastungen von Asthmatikern bei Konzentrationen zwischen 100 und 500 ppb d.h. etwa 200 und 1000 µg/m³ hinweist:

The results from the meta-analysis demonstrate that the majority of study volunteers with asthma experienced increased AR following resting exposure to NO₂ concentrations ranging from 100 to 530 ppb, relative to filtered air. Limitations in this evidence result from the lack of an apparent dose-response relationship, uncertainty in the potential adversity of responses, - -.

In addition, compared to conclusions based on the entire range of NO₂ exposure concentrations evaluated (i.e., 100 to 530 ppb), there is greater uncertainty in reaching conclusions about the potential for clinically relevant effects at any particular NO₂ exposure concentration within this range.

Bemerkenswert ist auch der Hinweis der WHO in ihrer Mitteilung aus dem Jahre 2017 (Evolution of WHO air quality guidelines: past, present and future. WHO Regional Office for Europe, WHO 2017), in der auf die Unsicherheit hingewiesen wird, inwieweit NO₂ bei Umweltkonzentrationen von 40 µg/m³ zu gesundheitlichen Schäden führt oder als Surrogate für andere, nicht gemessene Bestandteile der Abgase von Verbrennungsprozessen anzusehen ist.

Remarkably, the guideline values for NO₂ (40 µg/m³ for annual mean and 200 µg/m³ for 1-hour mean concentrations) remained at the same levels as those set in the second edition of the WHO AQGs (WHO Regional Office for Europe, 2000), despite many time-series studies that linked 24-hour average concentrations with effects on health. This decision reflected the residual concerns at that time that NO₂ per se might not have effects on health at ambient concentrations, and that it might be acting as a surrogate for other, not routinely measured components of combustion-related pollution mixtures.

Spezifische Belastungen in Innenräumen

Das Joint Research Centre der Europäischen Kommission (JRC) hat die für die Bevölkerung relevanten NO₂-Expositionen für Innenräume zusammengestellt (European Commission, Joint Research Centre: The INDEX project, 2005: EUR 21590 EN):

Exposure data of relevance for the European population (page 90).

Die folgenden Werte wurden veröffentlicht:

Table 6.1: Short-term NO₂ peak levels related to gas appliances (adapted from chapter 1.3)

Studies based on NO ₂ sources	µg/m ³
Gas appliances in kitchen, 1h-TWA (Lebret, 1987)	230-2055
Gas stoves in kitchen, 1 h-TWA (Noy, 1990)	2500

Gas cooking, 1 h-TWA (Ross, 1996)	342-1585
Homes with gas appliances, 1h-TWA (WHO, 2000)	2000
Unflued gas heaters, 1h-TWA (Brown, 2002)	180-53

Für das Abbrennen von Räucherstäbchen gibt JRC 17-91 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ an.

Diese Daten stimmen mit den 700 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2 überein, die nach kurzer Zeit in einer Küche gemessen wurden, in der auf einem Gasherd mit 2 Flammen gekocht wurde (ARD-Sendung am 7. Januar 2019). In der Sendung wurde auch gezeigt, dass durch Abbrennen von 4 Haushaltskerzen die NO_2 -Konzentration in der Küche auf 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ anstieg.

Die NO_2 -Konzentration im Zigarettenrauch beträgt mehr als 300.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Rodman A, Perfetti A 2012). Sloan und Kiefer (1969) geben für den Hauptstromrauch, d.h. dem Anteil, der vom Raucher inhaliert wird, NO_2 -Konzentration von 890-1.540 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ an.

Die in der Umwelt, auch an dicht befahrenen Straßen gemessenen NO_2 -Konzentrationen sind erheblich niedriger als die Arbeitsplatzgrenzwerte, so dass es nicht plausibel ist, davon auszugehen, dass Überschreitungen der WHO-Werte automatisch mit Gesundheitsschäden verbunden sind. Allerdings gelten Arbeitsplatzgrenzwerte für gesunde Erwachsene, nicht für die Gesamtbevölkerung mit empfindlichen Personengruppen. Berechnungen für die gesamte Bevölkerung über Erkrankungen und Kosten bei Überschreitungen der WHO-Grenzwerte sind damit mehr als fraglich. Sie könnten allenfalls für empfindliche Personen gelten, wenn man davon ausgeht, dass sie tatsächlich empfindlicher reagieren als gesunde Erwachsene.

Davon abgesehen halten Zahlen über Gesundheitsschäden und deren Folgekosten einer Plausibilitätsprüfung nicht stand, denn sie beruhen auf Extrapolationen epidemiologischer Daten bei höheren Belastungen auf niedrigere Expositionen, obwohl davon auszugehen ist, dass es für NO_2 eine Konzentration gibt (sog. NOAEC, No Observed Adverse Concentration), unterhalb der keine Wirkungen mehr auftreten. Eine Plausibilitätsprüfung wurde aber bisher nie durchgeführt, obwohl nach Bradford Hill, dem „Gold-Standard“ für die Bewertung epidemiologischer Studien, epidemiologisch ermittelte Daten insbesondere für den Niedrigdosisbereich auf ihre Plausibilität zu prüfen sind.

Wenn überhaupt, kann NO_2 lediglich als Marker für ein Luftgemisch herangezogen werden, d. h. wenn Wirkungen bei einer bestimmten NO_2 -Konzentration festgestellt werden, ist dies auf das Schadstoffgemisch zurückzuführen, nicht auf NO_2 allein (siehe auch oben WHO-Mitteilung 2017).

Relevanz der an Probenahmestellen ermittelten NO₂-Konzentrationen für die Bevölkerung

Die Exposition gegenüber Emissionen u. A. des Kraftfahrzeugverkehrs wird über Messstationen ermittelt, deren Ergebnisse von der Lokalisation der Messstationen und ihrer Nähe zu den relevanten Emittenten abhängt. So haben Morfeld und Mitarbeiter (2014) die Auswirkungen von Umweltzonen auf die Luftbelastung in 17 deutschen Städten überprüft und dabei festgestellt, dass sich die Werte der einzelnen Städte untereinander kaum vergleichen lassen, da die Messstationen ganz unterschiedlich aufgestellt sind. Sicher feststellbar war nur ein leichtes Absinken der Gesamtimmissionen im Laufe der letzten Jahre.

In einer Veröffentlichung von Duyzer und Mitarbeitern in Atmospheric Environment (2015) wurden die Messdaten aus London, Berlin, Barcelona und Stuttgart miteinander verglichen und überprüft, welche Messdaten für die Bewertung der Gesundheitsgefährdung der Bevölkerung relevant sind. Das Fazit ist, dass die Verteilungen der Messstationen in Berlin und London aussagefähig, die in Stuttgart und Barcelona problematisch sind, weil sie sehr verkehrsnah aufgestellt und damit relativ hohe Immissionskonzentrationen erfasst werden, denen die Bevölkerung wenn überhaupt nur kurzfristig ausgesetzt ist.

Für Berlin hat Duyzer darüber hinaus ermittelt, welcher Anteil der Bevölkerung gegenüber den unterschiedlichen NO₂ Konzentrationen exponiert ist. Entlang der Stadtautobahn findet sich die höchste Belastung im Jahresmittel von über 60 µg/m³. Betroffen davon sind die direkten Anwohner, d.h. 0,02 Prozent der Bevölkerung. Für Werte über 50 µg/m³ sind es ungefähr 0,1% der Berliner Bevölkerung, zwischen 40 und 50 µg/m³ sind es 0,4%, während 80% der Bevölkerung zwischen 15 und 40 µg/m³ exponiert sind. Damit ist der größte Teil der Berliner Bevölkerung weniger als es dem geltenden Jahresmittelwert von 40 µg/m³ entspricht belastet. Diese Daten sind sehr genau, da die Exposition für relativ kleine Flächen von 10 x 10 m berechnet wurden. Außerdem handelt es sich um Konzentrationen in der Außenluft, während sich die Bevölkerung im Allgemeinen zu mehr als 70% des Tages in Innenräumen aufhält, so dass die an den Probenahmestellen gemessenen Werte nicht generell für die Bewertung der Dauerbelastung der Bevölkerung herangezogen werden können.

Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass die gemessenen Konzentrationen bereits wenige Meter von den Messstellen und damit von der Straße entfernt kontinuierlich abnehmen, so dass in ihrer unmittelbaren Nähe eben nur Verkehrsteilnehmer im Bereich der Straße kurzfristig exponiert sind. Die gemessenen Werte mit der Exposition der Bevölkerung gleichzusetzen, widerspricht zudem der EU-Richtlinie 2008/50/EG, 1:1 in die 39. BImSchV übernommen, in der Aufgabe und Position der Messstellen definiert sind.

39. BImSchV, Abschnitt 3:

„B. Großräumige Ortsbestimmung der Probenahmestellen

1. Schutz der menschlichen Gesundheit

a) Der Ort von Probenahmestellen, an denen Messungen zum Schutz der menschlichen Gesundheit vorgenommen werden, ist so zu wählen, dass folgende Daten gewonnen werden:

Daten über Bereiche innerhalb von Gebieten und Ballungsräumen, in denen die höchsten Werte auftreten, denen die Bevölkerung wahrscheinlich direkt oder indirekt über einen Zeitraum ausgesetzt sein wird, der im Vergleich zum Mittelungszeitraum der betreffenden Immissionsgrenzwerte signifikant ist;

b) Der Ort von Probenahmestellen ist im Allgemeinen so zu wählen, dass die Messung von Umweltzuständen, die einen sehr kleinen Raum in ihrer unmittelbaren Nähe betreffen, vermieden wird. Dies bedeutet, dass der Ort der Probenahmestelle so zu wählen ist, dass die Luftproben – soweit möglich – für die Luftqualität eines Straßenabschnitts von nicht weniger als 100 Meter Länge bei Probenahmestellen für den Verkehr und nicht weniger als 250 Meter x 250 Meter bei Probenahmestellen für Industriegebiete repräsentativ sind.“

Weiterhin wird darauf hingewiesen, dass ältere Probenahmestellen, die diesen Kriterien nicht entsprechen, weiter betrieben werden können, um den Trend der Belastungen verfolgen zu können.

Zusammenfassung

- Aus toxikologischer Sicht sind NO_2 -Konzentrationen von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und nach der US EPA bis $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auch für empfindliche Personen nicht gesundheitsschädlich.
- Die an den Probenahmestellen erhobenen Messwerte sind grundsätzlich nicht repräsentativ für die Dauerbelastung der Bevölkerung. Sie müssen unter Berücksichtigung der Lage der Probenahmestellen interpretiert werden, z.B. mithilfe von Ausbreitungsmodellen.
- Eine gesundheitliche Bewertung der Umgebungsluft ist insbesondere beim NO_2 ohne Berücksichtigung der z.T. höheren Belastung in Innenräumen fragwürdig wenn nicht wertlos (siehe Innenraumgutachten des Rates der Sachverständigen für Umweltfragen 1987).

Literatur

Brandt P et al (2016) Biological effects of inhaled nitrogen dioxide in healthy human subjects. *Int Arch Occup Environ Health* 89, 1017-1024

Duyzer J et al (2015) Representativeness of air quality monitoring networks. *Atmospheric Environ* 104, 88-101

Morfeld et al (2014) Wirksamkeit von Umweltzonen in der ersten Stufe: Analyse der Feinstaubkonzentrationsänderungen (PM_{10}) in 19 deutschen Städten. *Pneumologie* 68, 173-186

Rodman A, Perfetti A (2012). The chemical composition of tobacco and tobacco smoke. 2nd Ed. CRC Press London

Sloan CH, Kiefer JE (1969) Measurement of NO₂ in Cigarette Main Smoke by Differential Optical Absorption Spectroscopy. Tobacco Sci 13, 180–182

H. Greim

Januar 2019